

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-156722

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl. H04B 10/20  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04B 10/02  
H04L 12/42

(21)Application number : 11-339645

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 30.11.1999

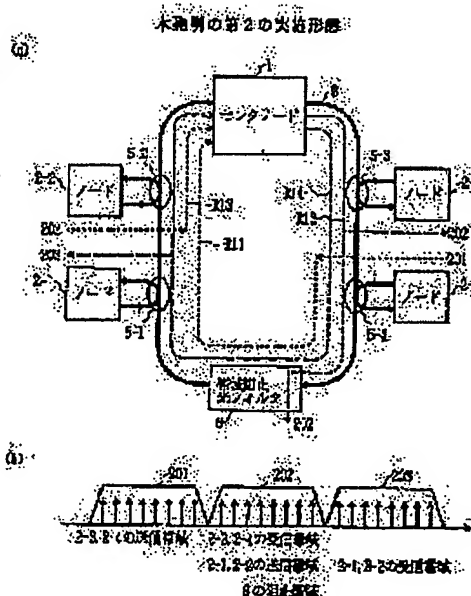
(72)Inventor : OBARA HITOSHI

## (54) HYBRID WAVELENGTH MULTIPLEX RING NETWORK

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a hybrid wavelength multiplex ring network that can flexibly cope with traffic fluctuation of each node with a small wavelength bandwidth.

SOLUTION: A common transmission band and a common reception band are set to each group consisting of a plurality of nodes. A ring-shaped optical fiber transmission line is connected to a center node that converts an optical signal with a prescribed transmission band from each node into an optical signal with a reception band assigned to each reception node. A band block means that terminates the optical signal with the reception band assigned to the group nodes located at an upper-stream side and passes the other optical signals and a branch/confluent means that branches part of an optical signal power of a wavelength multiplex optical signal of the optical fiber transmission line to each node and makes the optical signals sent from each node confluent into the optical fiber transmission line are inserted to the optical fiber transmission line so that the reception band of the group nodes placed at the upper-stream side of the band block means is shared in common with the transmission band of the group nodes placed at the down-stream side.



2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-156722

(P2001-156722A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 4 B 10/20		H 0 4 B 9/00	N 5 K 0 0 2
H 0 4 J 14/00			E 5 K 0 3 1
14/02			U
H 0 4 B 10/02			H
H 0 4 L 12/42		H 0 4 L 11/00	3 3 0
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-339645

(22) 出願日 平成11年11月30日 (1999. 11. 30)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 小原 仁

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

Fターム(参考) 5K002 AA05 BA02 BA04 BA21 CA05

DA02 DA11 EA32 FA01

5K031 AA02 CA15 CB10 DA01 DA02

DA11 DA12 DA19 DB14

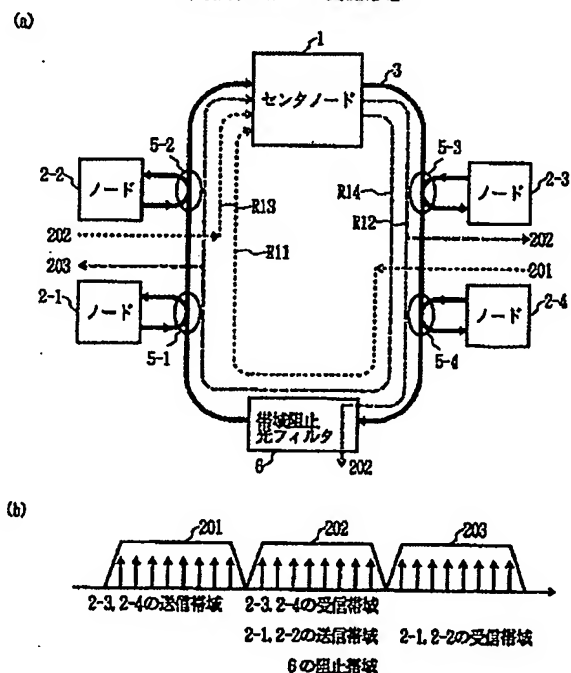
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド型波長多重リング網

(57) 【要約】

【課題】 少ない波長帯域で、各ノードのトラヒック変動に柔軟に対応できるハイブリッド型波長多重リング網を実現する。

【解決手段】 複数のノードにグループ別に共通の送信帯域および受信帯域が設定される。各ノードから所定の送信帯域で送信された光信号を受信ノードに割り当てた受信帯域の光信号に変換するセンタノードには、リング状の光ファイバ伝送路が接続される。光ファイバ伝送路には、上流側に位置するグループのノードに割り当てた受信帯域の光信号を終端し、他の光信号を通過させる帯域阻止手段と、光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信された光信号を光ファイバ伝送路に合流する分岐/合流手段が挿入され、帯域阻止手段の上流側に位置するグループのノードの受信帯域と、下流側に位置するグループのノードの送信帯域を共有する構成である。

本発明の第2の実施形態



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれ固有の送受信帯域と、全ノードに共通の送信帯域および受信帯域が設定された複数のノードと、

前記各ノードから所定の送信帯域で送信された光信号を受信ノードに割り当てた受信帯域の光信号に変換するセンタノードと、

前記センタノードに接続され、波長多重光信号を伝送するリング状の光ファイバ伝送路と、

前記光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信されたノード共通の送信帯域の光信号を前記光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段と、

前記光ファイバ伝送路の波長多重光信号から前記各ノード固有の送受信帯域の光信号を各ノードに分岐し、各ノードから送信された各ノード固有の送受信帯域の光信号を前記光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段とを備えたことを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【請求項2】 グループ別に共通の送信帯域および受信帯域が設定された複数のノードと、

前記各ノードから所定の送信帯域で送信された光信号を受信ノードに割り当てた受信帯域の光信号に変換するセンタノードと、

前記センタノードに接続され、波長多重光信号を伝送するリング状の光ファイバ伝送路と、

前記光ファイバ伝送路に挿入され、その上流側に位置するグループのノードに割り当てた受信帯域の光信号を終端し、他の光信号を通過させる帯域阻止手段と、

前記光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信された光信号を前記光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段とを備え、

前記帯域阻止手段の上流側に位置するグループのノードの受信帯域と、下流側に位置するグループのノードの送信帯域を共有する構成であることを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【請求項3】 グループ別に共通の受信帯域が設定され、各ノードから宛先ノードの受信帯域の光信号を送信する複数のノードと、

波長多重光信号を伝送するリング状の一对の光ファイバ伝送路と、

前記一方の光ファイバ伝送路に挿入され、その上流側に位置するグループのノードに割り当てた受信帯域の光信号を終端し、他の光信号を通過させる帯域阻止手段と、

前記一方の光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信された光信号を前記一方の光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段と、

前記各ノードから送信された光信号を前記他方の光ファイバ伝送路に合流する合流手段と、

前記他方の光ファイバ伝送路の波長多重光信号から各グループのノードに割り当てた受信帯域の光信号を分岐し、その受信帯域が設定されたグループのノードに対する上流側で前記一方の光ファイバ伝送路に合流させる分岐／合流手段とを備えたことを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【請求項4】 全ノードに共通の受信帯域と、宛先ノードのグループ別に送信帯域が設定され、各ノードから宛先ノードに割り当てた送信帯域の光信号を送信する複数のノードと、

波長多重光信号を伝送するリング状の光ファイバ伝送路と、

前記光ファイバ伝送路に挿入され、全ノードに共通の受信帯域の光信号を終端し、下流側に位置するグループのノード宛ての送信帯域の光信号を全ノードに共通の受信帯域の光信号に波長変換し、その他の光信号をそのまま通過させる中継手段と、

前記光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信された光信号を前記光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段とを備え、

前記各ノード宛ての送信帯域をグループ別に共有しながら、前記ノードで受信帯域を共有する構成であることを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【請求項5】 請求項2に記載のハイブリッド型波長多重リング網において、

前記光ファイバ伝送路と、前記帯域阻止手段と、前記分岐／合流手段を複数系統備え、各ノードから光信号を送受信する経路が複数の光ファイバ伝送路に分散して収容される構成であることを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【請求項6】 請求項3に記載のハイブリッド型波長多重リング網において、

前記一对の光ファイバ伝送路と、前記帯域阻止手段と、前記分岐／合流手段と、前記合流手段と、前記分岐／合流手段を複数系統備え、各ノードから光信号を送受信する経路が複数対の光ファイバ伝送路に分散して収容される構成であることを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【請求項7】 請求項4に記載のハイブリッド型波長多重リング網において、

前記光ファイバ伝送路と、前記中継手段と、前記分岐／合流手段を複数系統備え、各ノードから光信号を送受信する経路が複数の光ファイバ伝送路に分散して収容される構成であることを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【請求項8】 請求項2～請求項7のいずれかに記載のハイブリッド型波長多重リング網において、

前記各光ファイバ伝送路に挿入される前記帯域阻止手段

または前記中継手段の数は3またはその前後に設定されることを特徴とするハイブリッド型波長多重リング網。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数のノードが光ファイバ伝送路によりリング状に接続され、各ノード間にメッシュ状に複数のチャンネルが設定される光通信ネットワークにおいて、それらのチャンネルが波長多重された光信号である波長多重リング網に関する。特に、複数のノード間で波長帯域の再利用を可能にし、高い波長効率を得られるハイブリッド型波長多重リング網に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の波長多重リング網は、波長多重光信号を送送する光ファイバ伝送路から、光フィルタを用いて所定の波長の光信号を分波／合波する従来構成Aと、光カプラを用いて光信号パワーの一部を分岐してから所定の波長の光信号を選択受信する従来構成Bに大別される。

【0003】図10は、従来構成Aの一例を示す。図において、センタノード50は、主に空間スイッチ回路と波長変換回路からなり、各ノードからの光信号を集散的にスイッチングする。ノード51-1～51-4は、主に光送信回路と光受信回路からなり、光信号を送受信する。光ファイバ伝送路52は、センタノード50の入出力端をリング状に接続し、波長多重された光信号を右回りに伝搬させる。光フィルタ53-1～53-4は光ファイバ伝送路52に挿入され、光ファイバ伝送路52と各ノード51-1～51-4との間でそれぞれ所定の波長の光信号の分波／合波を行う。

【0004】図10(b)に示す波長帯域101～104は、光フィルタ53-1～53-4で分波／合波される帯域であり、互いに重ならないように固定的に設定される。波長帯域101内にはノード51-1で送受信される光信号111が波長多重され、波長帯域102内にはノード51-2で送受信される光信号112が波長多重され、波長帯域103内にはノード51-3で送受信される光信号113が波長多重され、波長帯域104内にはノード51-4で送受信される光信号114が波長多重される。すなわち、各ノードでは、センタノード50に送信する光信号とセンタノード50から受信する光信号の波長帯域は同じであり、送信用と受信用で同じ波長が再利用されることになる。

【0005】ここで、ノード51-1から送信される波長帯域101の光信号は、光フィルタ53-1で波長多重され、経路R1を介してセンタノード50に到達する。そして、波長帯域101の光信号はそれぞれの宛先のノードの波長帯域の波長に変換される。例えば、ノード51-3宛ての光信号は波長帯域103の波長に変換され、経路R2を介してノード51-3に到達する。同様に、ノード51-3からは、波長帯域103の光信号

が経路R3を介してセンタノード50に到達し、例えばノード51-1宛ての光信号は波長帯域101の波長に変換され、経路R4を介してノード51-1に到達する。

【0006】図11は、従来構成Bの一例を示す。図において、センタノード60は、主に空間スイッチ回路と波長変換回路からなり、各ノードからの光信号を集散的にスイッチングする。ノード61-1～61-4は、主に光送信回路と光受信回路と光フィルタからなり、光信号を送受信する。光ファイバ伝送路62は、センタノード60の入出力端をリング状に接続し、波長多重された光信号を右回りに伝搬させる。光カプラ63-1～63-4は光ファイバ伝送路62に挿入され、光ファイバ伝送路62の光信号パワーの一部を各ノード61-1～61-4に分岐するとともに、各ノード61-1～61-4から送信された光信号を光ファイバ伝送路62に合流する。

【0007】図11(b)に示す波長帯域201は各ノード61-1～61-4が共用する送信帯域であり、波長帯域202は各ノード61-1～61-4が共用する受信帯域であり、それぞれ互いに重ならないように設定される。

【0008】ここで、ノード61-1からノード61-3に向けて光信号を送信する場合の動作例を示す。ノード61-1は、割り当てられた送信帯域201の光信号を光カプラ63-1で光ファイバ伝送路62に合流し、経路R5を介してセンタノード60に送信する。センタノード60では、この光信号をノード61-3に割り当てられた受信帯域202の波長に変換し、光ファイバ伝送路62に送出する。光カプラ63-3は、光ファイバ伝送路62の光信号パワーの一部をノード61-3に分岐し、ノード61-3では受信帯域に対応する光フィルタを用いて光信号を選択し、受信する。一方、光カプラ63-3で分岐した光信号パワーの残りは、経路R6を介してセンタノード60に到達する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】図10に示す従来構成Aでは、各ノードごとにセンタノードとの間で送受信される波長は再利用され、波長帯域を効率的に利用することができる。しかし、各ノードに割り当てられる波長帯域は固定的に占有され、柔軟性に欠ける問題がある。例えば、あるノードで送受信する波長数（チャンネル数）が多く、他のノードで送受信する波長数が少ない場合に、波長数の少ないノードの波長帯域を波長数の多いノードに割り振るためには、光フィルタ53-1～53-4を新たなものと取り替える必要があり、現実的ではない。一方、このような波長の需要変動を見越して、最初から各ノードに割り当てる波長帯域を大きく設定すると、波長帯域の使用効率が低下する問題がある。

【0010】図11に示す従来構成Bは、各ノードと光

ファイバ伝送路が光カプラで接続され、すべての波長帯域にアクセスすることができるので、各ノードごとに必要な数の光信号を送受信することが可能となる。例えば、各ノードに割り当てる波長帯域の一部をオーバーラップさせ、重なった光波長を2つのノードで共用することが可能であり、従来構成Aの問題点は解決する。

【0011】しかし、光ファイバ伝送路62を伝送する光信号は各ノードに対応する光カプラを介してセンタノード60に戻るため、各ノードからの送信に用いる波長帯域201と、受信に用いる波長帯域202は、図11(b)に示すように互いに重ならないように設定する必要がある。すなわち、従来構成Aに比べて、必要な波長帯域は約2倍に増加する。

【0012】このように、従来構成Aと従来構成Bは互いに相反する性質がある。すなわち、従来構成Aは波長帯域は少なくともよいが、各ノードのトラヒック変動に対する柔軟性に乏しい。一方、従来構成Bはトラヒック変動に対する柔軟性に優れているが、必要とする波長帯域が増大する。

【0013】本発明は、少ない波長帯域で、各ノードのトラヒック変動に柔軟に対応することができるハイブリッド型波長多重リング網を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1のハイブリッド型波長多重リング網は、複数のノードにそれぞれ固有の送受信帯域と、全ノードに共通の送信帯域および受信帯域を設定する。各ノードから所定の送信帯域で送信された光信号を受信ノードに割り当てた受信帯域の光信号に変換するセンタノードには、リング状の光ファイバ伝送路が接続される。光ファイバ伝送路には、光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信されたノード共通の送信帯域の光信号を光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段と、光ファイバ伝送路の波長多重光信号から各ノード固有の送受信帯域の光信号を各ノードに分岐し、各ノードから送信された各ノード固有の送受信帯域の光信号を光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段が挿入される。

【0015】請求項2のハイブリッド型波長多重リング網は、複数のノードにグループ別に共通の送信帯域および受信帯域が設定される。各ノードから所定の送信帯域で送信された光信号を受信ノードに割り当てた受信帯域の光信号に変換するセンタノードには、リング状の光ファイバ伝送路が接続される。光ファイバ伝送路には、上流側に位置するグループのノードに割り当てた受信帯域の光信号を終端し、他の光信号を通過させる帯域阻止手段と、光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信された光信号を光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段が挿入され、帯域阻止手段の上流側に位置するグループの

ノードの受信帯域と、下流側に位置するグループのノードの送信帯域を共有する構成である。

【0016】請求項3のハイブリッド型波長多重リング網は、複数のノードにグループ別に共通の受信帯域が設定され、各ノードから宛先ノードの受信帯域の光信号を送信する。波長多重光信号を伝送するリング状の対の光ファイバ伝送路には、その一方に上流側に位置するグループのノードに割り当てた受信帯域の光信号を終端し、他の光信号を通過させる帯域阻止手段と、一方の光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信された光信号を一方の光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段と、各ノードから送信された光信号を他方の光ファイバ伝送路に合流する合流手段と、他方の光ファイバ伝送路の波長多重光信号から各グループのノードに割り当てた受信帯域の光信号を分岐し、その受信帯域が設定されたグループのノードに対する上流側で一方の光ファイバ伝送路に合流させる分岐／合流手段が挿入される。

【0017】請求項4のハイブリッド型波長多重リング網は、複数のノードに全ノード共通の受信帯域と、宛先ノードのグループ別に送信帯域が設定され、各ノードから宛先ノードに割り当てた送信帯域の光信号を送信する。波長多重光信号を伝送するリング状の光ファイバ伝送路には、全ノードに共通の受信帯域の光信号を終端し、下流側に位置するグループのノード宛ての送信帯域の光信号を全ノードに共通の受信帯域の光信号に波長変換し、その他の光信号をそのまま通過させる中継手段と、光ファイバ伝送路の波長多重光信号の光信号パワーの一部を各ノードに分岐し、各ノードから送信された光信号を光ファイバ伝送路に合流する分岐／合流手段が挿入され、各ノード宛ての送信帯域をグループ別に共有しながら、ノードで受信帯域を共有する構成である。

【0018】請求項5～7のハイブリッド型波長多重リング網は、請求項2～4の構成をノードに対して系統備え、各ノードから光信号を送受信する経路を複数の光ファイバ伝送路に分散して収容する。

【0019】請求項8のハイブリッド型波長多重リング網は、各光ファイバ伝送路に挿入される帯域阻止手段または中継手段の数を限定するものであり、その数は3前後が望ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態：請求項1）図1は、本発明の第1の実施形態を示す。本実施形態は、従来構成Aの光フィルタを用いた構成と、従来構成Bの光カプラを用いた構成を統合し、相互に補完的な動作をさせることに特徴がある。

【0021】図において、センタノード1は、主に空間スイッチ回路と波長変換回路からなり、各ノードからの光信号を集中的にスイッチングする。ノード2-1～2-4は、主に光送信回路と光受信回路と光フィルタから

なり、光信号を送受信する。光ファイバ伝送路3は、センタノード1の入出力端をリング状に接続し、波長多重された光信号を右回りに伝搬させる。光フィルタ4-1~4-4は光ファイバ伝送路3に挿入され、光ファイバ伝送路3と各ノード2-1~2-4との間でそれぞれ所定の波長の光信号の分波/合波を行う。光カプラ5-1~5-4は光ファイバ伝送路3に挿入され、光ファイバ伝送路3の光信号パワーの一部を各ノード2-1~2-4に分岐するとともに、各ノード2-1~2-4から送信された光信号を光ファイバ伝送路3に合流する。

【0022】図1(b)に示す波長帯域101~104は、光フィルタ4-1~4-4で分波/合波され、ノード2-1~2-4で送受信する帯域であり、互いに重ならないように固定的に設定される。各ノード2-1~2-4は要求されるトラヒックが小さい場合に、それぞれ個別に割り当てられた波長帯域101~104を使用してノード間に波長を設定する。

【0023】また、図1(b)に示す波長帯域201、202は、波長帯域101~104とは別の帯域に互いに重ならないように設定される。波長帯域201は各ノード2-1~2-4の送信帯域であり、波長帯域202は各ノード2-1~2-4の受信帯域であり、それぞれ各ノードで共通にアクセス可能な帯域である。すなわち、各ノードに個別に割り当てられた波長帯域101~104をオーバーした場合には、各ノードに共通に割り当てられた波長帯域201、202の中から未使用の波長が選択される。

【0024】このように、各ノードに割り当てる帯域として、各ノード専用の帯域と、各ノード共通の帯域とを用意し、各ノードは通常は自ノードに割り当てられた帯域を使用し、それがオーバーフローしたときに各ノード共通の帯域から空いている波長を使用する。これにより、各ノードに個別に割り当てる波長帯域を最小限に抑えることができ、全体として必要波長帯域を減らすことができる。

【0025】(第2の実施形態：請求項2)図2は、本発明の第2の実施形態を示す。本実施形態は、光カプラを用いた従来構成Bにおいて、光ファイバ伝送路に帯域阻止型の光フィルタを挿入し、周回する光信号を終端することにより波長帯域の再利用を可能にし、必要とする波長帯域を低減させることに特徴がある。

【0026】図において、センタノード1は、主に空間スイッチ回路と波長変換回路からなり、各ノードからの光信号を集散的にスイッチングする。ノード2-1~2-4は、主に光送信回路と光受信回路と光フィルタからなり、光信号を送受信する。光ファイバ伝送路3は、センタノード1の入出力端をリング状に接続し、波長多重された光信号を右回りに伝搬させる。光カプラ5-1~5-4は光ファイバ伝送路3に挿入され、光ファイバ伝送路3の光信号パワーの一部を各ノード2-1~2-4

に分岐するとともに、各ノード2-1~2-4から送信された光信号を光ファイバ伝送路3に合流する。帯域阻止光フィルタ6は、ノード2-1とノード2-4との間の光ファイバ伝送路3に挿入される。

【0027】図2(b)に示す波長帯域201はノード2-3、2-4が共用する送信帯域であり、波長帯域202はノード2-3、2-4が共用する受信帯域であり、それぞれ互いに重ならないように設定される。ここで、波長帯域202を帯域阻止光フィルタ6の阻止帯域とすると、センタノード1からノード2-3、2-4宛てに送信された波長帯域202の光信号は帯域阻止光フィルタ6で終端するので、波長帯域202はノード2-1、2-2からの送信帯域として再利用することができる。波長帯域203は、ノード2-1、2-2が共用する受信帯域である。

【0028】すなわち、ノード2-3、2-4は、送信に割り当てられた波長帯域201の光信号を経路R11を介してセンタノード1に送信する。ノード2-3、2-4は、受信に割り当てられた波長帯域202の光信号を経路R12を介してセンタノード1から受信する。この光信号は、ノード2-3、2-4の下流側に配置される帯域阻止光フィルタ6で終端する。ノード2-1、2-2は、送信に割り当てられた波長帯域202の光信号を経路R13を介してセンタノード1に送信する。ノード2-1、2-2は、受信に割り当てられた波長帯域203の光信号を経路R14を介してセンタノード1から受信する。

【0029】このように、本実施形態の構成では、周回する光信号を終端する帯域阻止光フィルタ6を用いることにより波長帯域の再利用が可能となる。すなわち、ノード2-1、2-2の送信帯域とノード2-3、2-4の受信帯域を共用することができるので、その分だけ必要な波長帯域を削減することができる。また、波長帯域201~203は、それぞれ2つのノードで共用する送信帯域または受信帯域であるので、トラヒック需要の変動に対して柔軟に対応することができる。

【0030】また、本実施形態の構成は、第1の実施形態の構成に比べて必要となる光フィルタの数が少なく、その分だけフィルタ間のガードバンドも小さくてよいので、小さなハード規模で高い波長効率とトラヒック需要変動に対する適応性を実現することができる。

【0031】なお、図2に示す構成では、4つのノードに対して帯域阻止光フィルタを1つ設置する例を示したが、同じ原理により、ノード数に応じて2以上の帯域阻止光フィルタを配置してもよい。ただし、帯域阻止光フィルタの数に応じて波長の再利用効率は高くなるが、フィルタ間のガードバンドのために波長効率が下がり、一般的にはノード数が多くても全体で3程度の光フィルタ数が最も高い波長効率を得ることができる。すなわち、光フィルタの数に応じた波長の再利用効率と波長効率は

トレードオフの関係にある。

【0032】(第3の実施形態：請求項3)図3は、本発明の第3の実施形態を示す。本実施形態は、第2の実施形態におけるセンタノードに代えて光ファイバ伝送路を2本とし、一方の光ファイバ伝送路から他方の光ファイバ伝送路に接続するリンクを形成したものである。ここでは、各ノードの送信波長を可変とし、各ノードの受信波長を固定的に割り当てるものとする。

【0033】図において、ノード2-1～2-4は、主に光送信回路と光受信回路と光フィルタからなり、光信号を送受信する。光ファイバ伝送路3-1、3-2は、波長多重された光信号を右回りに伝搬させる。光カプラ5-1～5-4は光ファイバ伝送路3-1に挿入され、光ファイバ伝送路3-1の光信号パワーの一部を各ノード2-1～2-4に分岐するとともに、各ノード2-1～2-4から送信された光信号を光ファイバ伝送路3-1に合流する。光カプラ5-5～5-8は光ファイバ伝送路3-2に挿入され、各ノード2-1～2-4から送信された光信号を光ファイバ伝送路3-2に合流する。帯域阻止光フィルタ6-1、6-2は、ノード2-2とノード2-3との間、ノード2-1とノード2-4との間の光ファイバ伝送路3-1に挿入される。帯域分離光フィルタ7-1、7-2は、ノード2-2とノード2-3との間、ノード2-1とノード2-4との間の光ファイバ伝送路3-2に挿入される。光カプラ5-9、5-10は、光ファイバ伝送路3-1のノード2-3、2-1のそれぞれ上流側（ここでは帯域阻止光フィルタ6-1、6-2のそれぞれ下流側）に挿入され、帯域分離光フィルタ7-1、7-2で分波された光信号を合流する。

【0034】なお、帯域阻止光フィルタと帯域分離光フィルタは同じ機能の光フィルタで構成することができ、例えば帯域分離光フィルタで分波された波長帯域を終端することにより帯域阻止光フィルタとして利用できる。

【0035】図3(b)に示す波長帯域201はノード2-1、2-2が共用する受信帯域であり、波長帯域202はノード2-3、2-4が共用する受信帯域であり、それぞれ互いに重ならないように設定される。また、波長帯域201は帯域阻止光フィルタ6-1の阻止帯域、帯域分離光フィルタ7-2の分離帯域でもあり、波長帯域202は帯域阻止光フィルタ6-2の阻止帯域、帯域分離光フィルタ7-1の分離帯域でもある。

【0036】例えば、ノード2-1からノード2-3宛てに光信号を送信する場合には、ノード2-3の受信帯域が波長帯域202であるので、ノード2-1の光送信回路の波長を波長帯域202で未使用のものに設定する。ノード2-1は、この光信号を光カプラ5-1を介して光ファイバ伝送路3-1に送信するか、または光カプラ5-5を介して光ファイバ伝送路3-2に送信する。前者の光信号は、経路R21により帯域阻止光フィル

タ6-1を通過し、光カプラ5-3を介してノード2-3に到達するとともに、帯域阻止光フィルタ6-2で終端される。後者の光信号は、経路R22により帯域分離光フィルタ7-1で分波され、光カプラ5-9を介して光ファイバ伝送路3-1に合流し、光カプラ5-3を介してノード2-3に到達するとともに、帯域阻止光フィルタ6-2で終端される。ノード2-3では、波長帯域202に対応する光フィルタを用いて光信号を選択し、受信する。また、ノード2-3からノード2-1宛てに光信号を送信する場合も同様である。このように、帯域阻止光フィルタおよび帯域分離光フィルタで分割されるノード間の光信号の伝送には2つの経路が可能であり、適当に選択される。

【0037】一方、例えばノード2-2からノード2-1宛てに光信号を送信する場合（同じグループ内のノード間の伝送）には、ノード2-2の送信波長を波長帯域201に設定し、光カプラ5-6を介して光ファイバ伝送路3-2に送信する。この光信号は、経路R23により帯域分離光フィルタ7-1を通過し、帯域分離光フィルタ7-2で分波され、光カプラ5-10を介して光ファイバ伝送路3-1に合流し、光カプラ5-1を介してノード2-1に到達するとともに、帯域阻止光フィルタ6-1で終端される。この経路は一通りである。

【0038】このように、本実施形態では、ノードAからノードBに光信号を送信する場合に、ノードAの送信波長をノードBの受信波長に設定して光ファイバ伝送路を選択して送信することにより、途中に設置された帯域分離光フィルタにより自動的に受信ノードまでルーティングされる。

【0039】また、本実施形態では、光ファイバ伝送路3-1に設置される帯域阻止光フィルタ6-1、6-2、光ファイバ伝送路3-2に設置される帯域分離光フィルタ7-1、7-2は、それぞれ補完的な帯域阻止または帯域分離を行っており、各光ファイバ伝送路内の光信号はペアとなる光フィルタのいずれかでブロックされる。したがって、光信号は光ファイバ伝送路内を多周回することはなく、発振やクロストークなしに安定に動作する。また、波長帯域201、202は、それぞれ2つのノードで共用する受信帯域であるので、トラヒック需要の変動に対して柔軟に対応することができる。

【0040】なお、図3に示す構成では、光ファイバ伝送路3-1、3-2に帯域阻止光フィルタおよび帯域分離光フィルタをそれぞれ2つ設置する例を示したが、一般的にはノード数に応じて $m$ 個( $m \geq 3$ )の設置が可能である。 $m$ を大きくすることにより波長の再利用効率が高くなり、光ファイバの波長多重数を小さくすることができる。ただし、 $m$ 個の光フィルタを挿入した場合の波長数の減少効果は、理論的に $(1 + 3/m)/4$ で表される。 $m=3$ で波長数は $1/2$ と大きく減少するが、 $m=6$ としても波長数は $3/8$ にしか減少せず、その効果



は $m$ が大きくなるにつれて飽和する傾向にある。一方、 $m$ を大きくすると、フィルタ間のガードバンドのために必要な波長帯域が大きくなり、波長の使用効率は低下する。よって、挿入する光フィルタ数の最適値は3程度となる(請求項8)。なお、以下に示す各実施形態においても光フィルタ数は上記のように制限される。

【0041】(第3の実施形態の変形例)図4は、本発明の第3の実施形態の変形例を示す。図3に示す実施形態の構成は、一対の光ファイバ伝送路の伝送方向が同じ場合のものであるが、本変形例は一対の光ファイバ伝送路の伝送方向を反対にしたものである。

【0042】図3に示す構成との違いは、光ファイバ伝送路3-2における光信号の伝送方向を左回りとする。なお、光ファイバ伝送路3-1を左回りとしてもよく、その場合には光カプラ5-9、5-10の位置を帯域阻止光フィルタ6-1、6-2のそれぞれ下流側になるように入れ替えてもよい。

【0043】図5(b)に示す波長帯域201はノード2-1、2-2が共用する受信帯域であり、波長帯域202はノード2-3、2-4が共用する受信帯域であり、それぞれ互いに重ならないように設定される。また、波長帯域201は帯域阻止光フィルタ6-1の阻止帯域、帯域分離光フィルタ7-2の分離帯域でもあり、波長帯域202は帯域阻止光フィルタ6-2の阻止帯域、帯域分離光フィルタ7-1の分離帯域でもある。

【0044】例えば、ノード2-1からノード2-3宛ての光信号は、図3と同様の経路R21の他に、光ファイバ伝送路3-2に送信し、経路R24により帯域分離光フィルタ7-2、7-1、光カプラ5-9を介して光ファイバ伝送路3-1に合流させ、帯域阻止光フィルタ6-2で終端させる。

【0045】また、ノード2-2から自グループのノード2-1宛ての光信号は、光ファイバ伝送路3-2に送信し、経路R25により帯域分離光フィルタ7-2、光カプラ5-10を介して光ファイバ伝送路3-1に合流させ、帯域阻止光フィルタ6-1で終端させる。この経路は一通りである。

【0046】なお、図3、4に示す構成において、光カプラ5-1~5-4は光ファイバ伝送路3-1の光信号パワーの一部を各ノード2-1~2-4に分岐するだけとし、各ノード2-1~2-4から送信する光信号は光ファイバ伝送路3-2のみに接続するようにしてもよい。

【0047】(第4の実施形態：請求項4)図5は、本発明の第4の実施形態を示す。本実施形態は、第2の実施形態におけるセンタノードおよび帯域阻止光フィルタに代えて、光ファイバ伝送路に通過、終端、波長変換の機能を有する中継ノードを挿入したものである。ここでは、各ノードの送信波長を可変とし、各ノードの受信波長を固定的に割り当てるものとする。

【0048】図において、ノード2-1~2-4は、主に光送信回路と光受信回路と光フィルタからなり、光信号を送受信する。光ファイバ伝送路3は、波長多重された光信号を右回りに伝搬させる。光カプラ5-1~5-4は光ファイバ伝送路3に挿入され、光ファイバ伝送路3の光信号パワーの一部を各ノード2-1~2-4に分岐するとともに、各ノード2-1~2-4から送信された光信号を光ファイバ伝送路3に合流する。中継ノード8-1、8-2は、ノード2-2とノード2-3との間、ノード2-1とノード2-4との間の光ファイバ伝送路3に挿入される。

【0049】図5(b)に示す波長帯域201はノード2-1~2-4が共用する受信帯域であり、波長帯域202はノード2-1、2-2宛ての光信号の送信帯域であり、波長帯域203はノード2-3、2-4宛ての光信号の送信帯域であり、それぞれ互いに重ならないように設定される。

【0050】中継ノード8-1は、光フィルタ9-1で光ファイバ伝送路3からの光信号を波長帯域201~203ごとに分波し、波長帯域201の光信号を光終端回路10-1で終端し、波長帯域202の光信号を通過させ、波長帯域203の光信号を波長変換回路11-1で波長帯域201の光信号に変換し、通過または波長変換した光信号を光フィルタ9-2で多重して光ファイバ伝送路3に送出する。

【0051】中継ノード8-2は、光フィルタ9-3で光ファイバ伝送路3からの光信号を波長帯域201~203ごとに分波し、波長帯域201の光信号を光終端回路10-2で終端し、波長帯域203の光信号を通過させ、波長帯域202の光信号を波長変換回路11-2で波長帯域201の光信号に変換し、通過または波長変換した光信号を光フィルタ9-4で多重して光ファイバ伝送路3に送出する。

【0052】すなわち、ノード2-1、2-2宛ての光信号は、中継ノード8-1で通過/終端処理され、中継ノード8-2で波長変換処理される。同様に、ノード2-3、2-4宛ての光信号は、中継ノード8-2で通過/終端処理され、中継ノード8-1で波長変換処理される。

【0053】例えば、ノード2-1からノード2-3宛てに光信号を送信する場合には、ノード2-1の光送信回路の波長を波長帯域203で未使用のものに設定する。この光信号は、光カプラ5-1を介して光ファイバ伝送路3に送信され、経路R31により中継ノード8-1で波長帯域201に波長変換され、中継ノード8-2で終端される。ノード2-3では、波長帯域201に対応する光フィルタを用いて光信号を選択し、受信する。ノード2-3からノード2-1宛てに光信号を送信する場合も同様であり、波長帯域202で送信し、中継ノード8-2で波長帯域201に波長変換し、中継ノード8-



1で終端させる。

【0054】また、ノード2-4からノード2-3宛てに光信号を送信する場合も同様に波長帯域203を使用する。この光信号は、光カプラ5-4を介して光ファイバ伝送路3に送信され、経路R32により中継ノード8-2を通過し、中継ノード8-1で波長帯域201の光信号に波長変換され、中継ノード8-2で終端される。ノード2-3では、波長帯域201に対応する光フィルタを用いて光信号を選択し、受信する。ノード2-2からノード2-1宛てに光信号を送信する場合も同様である。

【0055】また、ノード2-3からノード2-4宛てに光信号を送信する場合も同様に波長帯域203を使用し、光ファイバ伝送路3を1周させてもよいが、波長帯域201で送信することにより最短経路で伝送することができる。すなわち、波長帯域201の光信号は、光カプラ5-3を介して光ファイバ伝送路3に送信すると、中継ノード8-2で終端される。ノード2-4では、波長帯域201に対応する光フィルタを用いて光信号を選択し、受信する。ノード2-1からノード2-2宛てに光信号を送信する場合も同様である。

【0056】ここで、中継ノード8-1において、ノード2-1、2-2に受信される光信号（波長帯域201）は光終端回路10-1で終端されるが、ノード2-3、2-4宛ての光信号は波長帯域203から波長帯域201に波長変換される。すなわち、ノード2-1、2-2宛ての光信号と、ノード2-3、2-4宛ての光信号は、同じ波長帯域201を繰り返し使用することになる。ただし、本実施形態の構成は3つの波長帯域を必要としており、図3、4に示す第3の実施形態の2つの波長帯域に比べて波長帯域が増大する。また、本実施形態では中継ノードも必要になるが、必要とする光ファイバ伝送路が1本になるので、第3の実施形態に比べて全体のコストを低減させることができる。

【0057】なお、図5に示す構成では、4つのノードに対して中継ノードを2つ設置する例を示したが、同じ原理により、ノード数に応じて2以上の中継ノードを配置してもよい。

【0058】（中継ノードの他の構成例）図6は、中継ノード8-1の他の構成例を示す。図6(a)において、波長帯域201の光信号を分波する光フィルタ12と、波長帯域203の光信号を分波する光フィルタ13が連続に接続される。光フィルタ13で分波された波長帯域203の光信号は、波長変換回路11-1により波長帯域201の光信号に変換され、光フィルタ13を通過した波長帯域202の光信号と光カプラ14で合流される。

【0059】光フィルタ12は、光サーキュレータ15および波長帯域201を反射帯域とするファイバグレーティング16により構成され、入力される波長多重光信

号のうち波長帯域201の光信号をファイバグレーティング16で反射し、光サーキュレータ15を介して分離し、終端する。波長帯域201以外の波長多重光信号は、ファイバグレーティング16を通過する。光フィルタ13は、光サーキュレータ17および波長帯域203を反射帯域とするファイバグレーティング18により構成され、入力される波長多重光信号のうち波長帯域203の光信号をファイバグレーティング18で反射し、光サーキュレータ17を介して分離する。波長帯域203の光信号は波長変換回路11-1に入力され、波長帯域202の光信号はファイバグレーティング18を通過する。

【0060】これにより、波長帯域201を終端し、波長帯域202を通過させ、波長帯域203を波長帯域201に波長変換する機能が実現する。なお、図5に示す中継ノード8-1では、3つの波長帯域に分波する光フィルタ9-1を用いているが、本構成例はこれをファイバグレーティングを用いた2つの光フィルタ12、13で実現可能にしたものである。また、中継ノード8-2においても、ファイバグレーティング18の反射帯域を波長帯域202とすることにより、同様に構成することができる。

【0061】図6(b)に示す中継ノード8-1は、終端する光信号の波長帯域201と、波長変換される波長帯域201が同じ（波長帯域の再利用）であるので、ファイバグレーティング16を光カプラ14の代わりに用いた構成を特徴とする。波長変換回路11で波長変換された波長帯域201の光信号は、光サーキュレータ19を介してファイバグレーティング16に入力して反射させる。これにより、波長変換された光信号のうち、雑音成分を除去して波長帯域201のみを反射させることができる。なお、図5に示す中継ノード8-1の光フィルタ9-1は、本構成例のファイバグレーティング16、18に対応し、光フィルタ9-2はファイバグレーティング16に対応する。

【0062】（第5の実施形態：請求項5）図7は、本発明の第5の実施形態を示す。本実施形態は、図2に示す第2の実施形態における光ファイバ伝送路を2重化し、障害発生時の迂回経路を確保可能にしたものである。

【0063】ノード2-1～2-4に対して、光ファイバ伝送路3-1、光カプラ5-1～5-4、帯域阻止光フィルタ6-1と、光ファイバ伝送路3-2、光カプラ5-5～5-8、帯域阻止光フィルタ6-2は対称に配置される。また、光ファイバ伝送路3-1、3-2は、伝送方向が互いに逆になるようにセンタノード1に接続される。

【0064】基本的な動作は第2の実施形態と同じであるが、例えばノード2-1からセンタノード1に対しては、光ファイバ伝送路3-1を介する経路R41と、光フ

ファイバ伝送路3-2を介する経路R42の2つの経路を同時に設定することができる。この2つの経路は完全に独立しているので、一方の経路に障害が発生しても、他方の経路を用いて光信号を伝送することができる。

【0065】（第6の実施形態：請求項6）図8は、本発明の第6の実施形態を示す。本実施形態は、図3に示す第3の実施形態における一対の光ファイバ伝送路を2重化し、障害発生時の迂回経路を確保可能にしたものである。

【0066】ノード2-1～2-4に対して、光ファイバ伝送路3-1、3-2、光カプラ5-1～5-10、帯域阻止光フィルタ6-1、6-2、帯域分離光フィルタ7-1、7-2と、光ファイバ伝送路3-3、3-4、光カプラ5-11～5-20、帯域阻止光フィルタ6-3、6-4、帯域分離光フィルタ7-3、7-4は対称に配置される。また、光ファイバ伝送路3-1、3-2の伝送方向と、光ファイバ伝送路3-3、3-4の伝送方向が互いに逆になるように設定される。

【0067】基本的な動作は第3の実施形態と同じであるが、例えばノード2-1からノード2-3に対しては、光ファイバ伝送路3-1を介するか、光ファイバ伝送路3-2から光ファイバ伝送路3-1に合流する経路R51と、光ファイバ伝送路3-3を介するか、光ファイバ伝送路3-4から光ファイバ伝送路3-3に合流する経路R52の2つの経路を同時に設定することができる。この2つの経路は完全に独立しているので、一方の経路に障害が発生しても、他方の経路を用いて光信号を伝送することができる。

【0068】（第7の実施形態：請求項7）図9は、本発明の第7の実施形態を示す。本実施形態は、図5に示す第4の実施形態における光ファイバ伝送路を2重化し、障害発生時の迂回経路を確保可能にしたものである。

【0069】ノード2-1～2-4に対して、光ファイバ伝送路3-1、光カプラ5-1～5-4、中継ノード8-1、8-2と、光ファイバ伝送路3-2、光カプラ5-5～5-8、中継ノード8-3、8-4は対称に配置される。また、光ファイバ伝送路3-1、3-2は、伝送方向が互いに逆になるように設定される。

【0070】基本的な動作は第4の実施形態と同じであるが、例えばノード2-1からノード2-3に対しては、光ファイバ伝送路3-1を介する経路R61と、光ファイバ伝送路3-2を介する経路R62の2つの経路を同時に設定することができる。この2つの経路は完全に独立しているので、一方の経路に障害が発生しても、他方の経路を用いて光信号を伝送することができる。

【0071】なお、以上示した各実施形態では、各ノード（各グループ）にそれぞれ連続した波長帯域を割り当てる例を示したが、各ノード（各グループ）に割り当て

る波長帯域は連続的である必要はなく、例えば周期性をもつ波長帯域をそれぞれずらして各ノード（各グループ）に割り当てるようにしてもよい。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のハイブリッド型波長多重リング網は、複数のノードで波長帯域を共有することにより、従来構成Aに比べて簡単な構成でトラヒック需要変動に効率的かつ柔軟に対応することができる。また、波長帯域の再利用などにより、従来構成Bに比べて必要とする波長帯域を大幅に小さくすることができる。

【0073】また、帯域阻止手段をリング状の光ファイバ伝送路内に適当に配置することにより、波長帯域の再利用を可能にするとともに、周回する光信号を完全に遮断し、光信号の干渉なしにノード間を最短経路で接続することができる。

【0074】また、迂回経路を構成することにより、光ファイバ伝送路の故障時にもノード間にチャネル設定ができ、高信頼な網を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示すブロック図。

【図2】本発明の第2の実施形態を示すブロック図。

【図3】本発明の第3の実施形態を示すブロック図。

【図4】本発明の第3の実施形態の変形例を示すブロック図。

【図5】本発明の第4の実施形態を示すブロック図。

【図6】中継ノード8-1の他の構成例を示すブロック図。

【図7】本発明の第5の実施形態を示すブロック図。

【図8】本発明の第6の実施形態を示すブロック図。

【図9】本発明の第7の実施形態を示すブロック図。

【図10】従来構成Aの一例を示すブロック図。

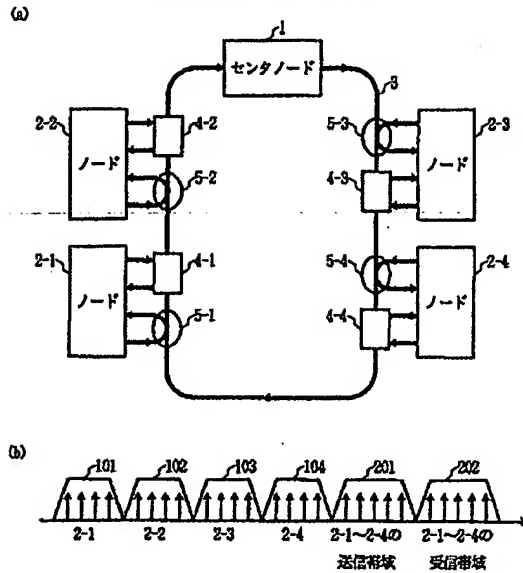
【図11】従来構成Bの一例を示すブロック図。

【符号の説明】

- 1 センタノード
- 2 ノード
- 3 光ファイバ伝送路
- 4 光フィルタ
- 5 光カプラ
- 6 帯域阻止光フィルタ
- 7 帯域分離光フィルタ
- 8 中継ノード
- 9 光フィルタ
- 10 光終端回路
- 11 波長変換回路
- 12, 13 光フィルタ
- 14 光カプラ
- 15, 17, 19 光サーキュレータ
- 16, 18 ファイバグレーティング

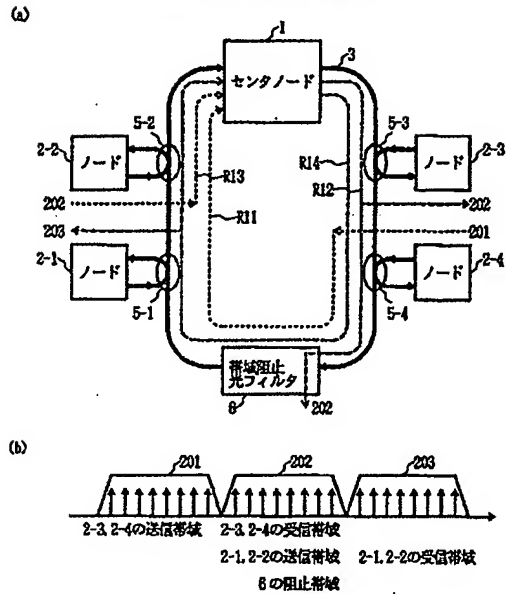
【図1】

本発明の第1の実施形態



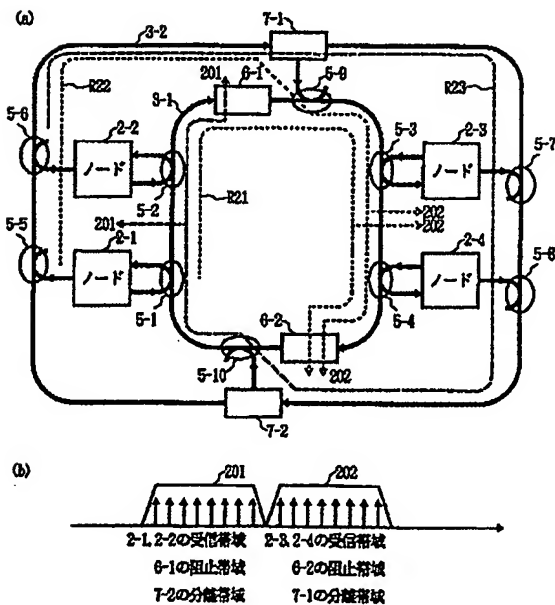
【図2】

本発明の第2の実施形態



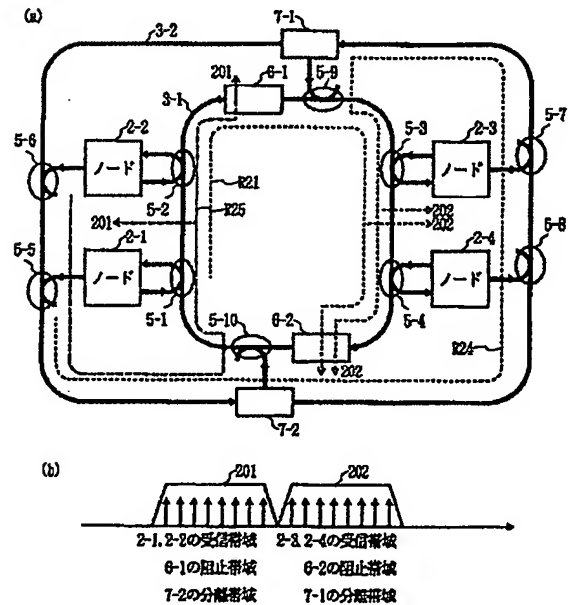
【図3】

本発明の第3の実施形態



【図4】

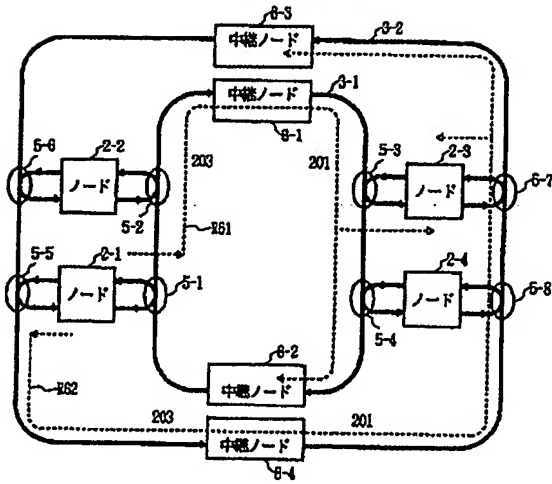
本発明の第3の実施形態の変形例





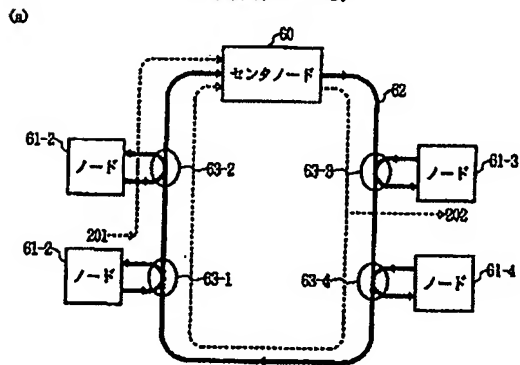
【図9】

本発明の第7の実施形態



【図11】

従来構成Bの一例



【図10】

従来構成Aの一例

